

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 640 280**

51 Int. Cl.:

**G05D 7/06** (2006.01)

**F04B 49/00** (2006.01)

**A61H 33/00** (2006.01)

**F04D 15/00** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.11.2012 PCT/US2012/063096**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.05.2013 WO13067206**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.11.2012 E 12846402 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.08.2017 EP 2774009**

54 Título: **Sistema y método de bloqueo de flujo**

30 Prioridad:

**01.11.2011 US 201161554439 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**02.11.2017**

73 Titular/es:

**PENTAIR WATER POOL AND SPA, INC. (100.0%)  
400 Regency Forest Drive  
Cary, NC 27518, US**

72 Inventor/es:

**ROBOL, RONALD B.;  
HRUBY, DANIEL J. y  
MCCALL, RODNEY**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

**ES 2 640 280 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Sistema y método de bloqueo de flujo

5 **Solicitudes relacionadas**

Esta solicitud reivindica prioridad según el epígrafe 119 del 35 U.S.C. para la solicitud provisional de patente de los Estados Unidos nº 61/554439 presentada el 1 de noviembre de 2011.

10 **Antecedentes**

Las bombas de piscina convencionales son accionables en un número finito de ajustes de velocidad predeterminados. Estos ajustes de velocidad corresponden a la gama de exigencias de bombeo de la piscina en el momento de la instalación. Factores tales como el caudal volumétrico del agua a bombear, la presión total de cabezal requerida para bombear adecuadamente el volumen de agua y otros parámetros de funcionamiento determinan el tamaño de la bomba y los ajustes de velocidad apropiados para el funcionamiento de la bomba. Una vez instalada la bomba, es posible que los ajustes de velocidad no se modifiquen fácilmente para adaptarse a los cambios en las condiciones de la piscina y/o las demandas de bombeo. Por ejemplo, los caudales a través de estas bombas cambian con el tiempo porque la totalidad del cabezal dinámico del sistema cambia a medida que la suciedad y los residuos se acumulan en el filtro de la piscina y en los coladores. Este aumento en la resistencia al flujo hace que las bombas convencionales pierdan flujo cuando el sistema se ensucia. Debido a esta pérdida de flujo y a la imposibilidad de ajustar los ajustes, dichos sistemas pueden no mantener las tasas de renovación de agua deseadas en la piscina. Como resultado, estos sistemas no cumplen con los requisitos del departamento de salud para aplicaciones de piscinas comerciales, las cuales requieren un número mínimo de renovaciones de agua por día.

Los sistemas de bomba de piscinas más recientes incluyen accionamientos de velocidad variable, permitiéndoles funcionar a cualquier número de velocidades para mantener los factores anteriormente descritos independientemente de los cambios en las condiciones de la piscina y/o las demandas de bombeo. Estas bombas se controlan para funcionar a velocidades y flujos diferentes para mantener uno o más factores de control y para adaptarse a las necesidades cambiantes de suministro de agua de una piscina, tal como el funcionamiento periódico de una característica de agua. El control actual de tales sistemas se centra solamente en una serie de operaciones manuales y/o planificadas, programables por un usuario de la piscina, y generalmente no pueden considerar los parámetros generales de flujo o renovación de agua.

El documento US 2010308963 A1 divulga un sistema de accionamiento de frecuencia variable y un método para controlar una bomba accionada por un motor con una bomba en comunicación fluida con un sistema de fluido. El sistema y método de accionamiento puede proporcionar uno o más de los siguientes: un modo de espera, detección de rotura de tubería, un modo de relleno de línea, un modo de inicio automático, protección de funcionamiento en seco, un filtro de interferencia electromagnética compatible con un disyuntor de descarga a tierra, compatibilidad de motor de dos cables y tres cables y tres fases, un proceso de puesta en marcha simple, protección de contraseña automática, un modo de bombeo, terminales de entrada/salida digital, y bloques de terminal de potencia de entrada y salida extraíbles.

El documento US 2008168599 A1 divulga un sistema de circulación de agua, tal como un sistema de spa, que tiene una característica de control de flujo. El sistema de spa incluye una bañera, un conjunto de bomba y un controlador. El conjunto de bomba incluye un motor BLDC y hace circular agua desde el orificio de salida de la bañera a su orificio de entrada. El controlador ajusta la velocidad del motor BLDC a cualquier velocidad dentro del intervalo de velocidad del motor BLDC en respuesta a una entrada de usuario para ajustar el caudal del agua al orificio de entrada de la bañera. El sistema de spa también puede producir al menos un modo de chorro en respuesta a una entrada de usuario. El modo de chorro puede ser un modo de pulso, un modo sinusoidal, un modo de rampa, o un modo de diente de sierra. En otro sistema de spa, una primera bomba funciona a una primera velocidad para calentar el agua de circulación cuando se activa un calentador, y a una segunda velocidad cuando no se activa el calentador. El sistema de spa incluye un conjunto de bomba de chorro que incluye un motor BLDC y un conjunto de bomba de circulación que funciona a dos velocidades. El sistema de spa incluye un conjunto de bomba de circulación que hace circular el agua desde un orificio de salida a un orificio de entrada durante el estado de espera. Donde el conjunto de bomba de circulación funciona a una primera velocidad cuando se activa el calentador para calentar el agua de circulación, y a una segunda velocidad cuando no se activa el calentador.

El documento US 2009093774 A1 divulga un sistema de distribución de fluido médico ambulatorio, que puede comprender una trayectoria de flujo de fluido para comunicarse entre una fuente y un paciente. El sistema puede también comprender un controlador reutilizable, que puede ser accionable para controlar el flujo de fluido en la trayectoria e incluir una estación de interfaz de módulo, y un conjunto de distribución de flujo de fluido desechable, que puede incluir un módulo de control de flujo adaptado para ser recibido de forma extraíble por la estación de interfaz de módulo. Tal módulo de control de flujo puede incluir una válvula de flujo que está asociada operativamente con la trayectoria. Tal válvula puede ser controlada operativamente por el controlador reutilizable en

respuesta a caudales detectados de flujo de fluido en tal trayectoria. Alternativamente un controlador reutilizable ambulatorio es proporcionado para su uso con un conjunto de distribución de flujo de fluido médico desechable. Puede además alternativamente incluir un dispositivo de detección de presión diferencial.

- 5 El documento US 5935099 A divulga una bomba de medicamento reprogramable accionada por menú con una memoria, tal como una memoria flash, una pantalla, un teclado, y un orificio de comunicaciones para permitir que una bomba genérica sea programada con un programa de aplicación de bomba deseada (terapia) y ajustes específicos de paciente. La programación y la transferencia de datos con otra bomba o un ordenador hacia y desde la bomba de paciente se realiza mediante el orificio de comunicaciones que permite comunicaciones locales y/o remotas con la bomba. La memoria flash almacena el programa de aplicación de bomba durante su uso. La seguridad del paciente es proporcionada por un sistema de identificación para cassettes, un sistema de detección de oclusión, y un sistema de detección de pestillo/bloqueo. El ensayo automatizado de la bomba es mediante un sistema de ensayo de bucle cerrado.
- 10
- 15 El documento US 5755563 A divulga un aparato y método para controlar un parámetro de flujo de una bomba. La bomba incluye un dispositivo de bomba para bombear fluido, teniendo el dispositivo de bomba al menos un parámetro de flujo. La bomba incluye además un control acoplado al dispositivo de bomba y un panel de control que tiene una pluralidad de controles accionables por un ser humano. El control es programable mediante el funcionamiento de la pluralidad de controles, permitiendo así que un ser humano programe al menos dicho parámetro de flujo de dicho dispositivo de bombeo mediante el funcionamiento de la pluralidad de controles. El control tiene un bloqueo que puede ser activado por funcionamiento de al menos dos de la pluralidad de controles. Tras la activación, el bloqueo evita la alteración de al menos dicho parámetro de flujo. El método incluye el paso de proporcionar la bomba de la presente invención, programando al menos dicho parámetro de flujo accionando la pluralidad de controles, y activando el bloqueo accionando al menos dos de la pluralidad de controles.
- 20
- 25

### Sumario

Un aspecto de la presente divulgación proporciona un sistema de bombeo para al menos una aplicación acuática como se define en la reivindicación 1.

- 30 La invención proporciona un sistema de bombeo para al menos una aplicación acuática que incluye una bomba, un motor acoplado a la bomba y un controlador de bomba en comunicación con el motor. El controlador de bomba incluye una interfaz de usuario configurada para recibir inicialmente y establecer un caudal bloqueado máximo, un caudal bloqueado mínimo y una pluralidad de ajustes de caudal programados que incluyen un primer ajuste de caudal programado. El controlador de bomba también está configurado para deshabilitar el restablecimiento del caudal máximo y el caudal mínimo una vez que son inicialmente recibidos y ajustados a través de la interfaz de usuario y para permitir el restablecimiento de la pluralidad de ajustes de caudal programados a lo largo del funcionamiento del sistema de bombeo. El controlador de bomba está configurado además para accionar el motor con el fin de mantener un primer caudal a través del sistema de bombeo ajustado por el primer ajuste de caudal programado siempre y cuando el primer caudal esté entre el caudal bloqueado mínimo y el caudal bloqueado máximo.
- 35
- 40

### Descripción de los dibujos

- 45 La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de bombeo de velocidad variable en un entorno de piscina de acuerdo con una realización de la invención.
- La figura 2 es una ilustración esquemática de dispositivos auxiliares de ejemplo que pueden estar operativamente conectados a un sistema de control/automatización del sistema de bombeo de velocidad variable de la figura 1.
- 50 La figura 3 es una vista en perspectiva de una bomba de piscina para su uso en una realización de la invención.
- La figura 4 es una vista en perspectiva en despiece ordenado de la bomba de piscina de la figura 3.
- 55 La figura 5A es una vista frontal de una interfaz de usuario de un controlador de bomba para uso con la bomba de piscina de la figura 1.
- La figura 5B es una vista en perspectiva de un sistema de control/automatización para uso con el sistema de bombeo de velocidad variable de la figura 1.
- 60 Las figuras 6A-6B ilustran un diagrama de flujo de ajustes de menú del controlador de bomba de la figura 5A de acuerdo con una realización de la invención.
- La figura 7 es otra vista frontal de una interfaz de usuario de un controlador de bomba para uso con la bomba de piscina de la figura 3.
- 65

## Descripción detallada

Antes de que se expliquen con detalle algunas realizaciones de la invención, debe entenderse que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción y a la disposición de componentes expuestos en la siguiente descripción o ilustrados en los siguientes dibujos. La invención es capaz de otras realizaciones y de ser practicada o de llevarse a cabo de diversas maneras. Además, debe entenderse que la fraseología y la terminología utilizadas en el presente documento son con fines de descripción y no deben considerarse limitativos. El uso de "incluyendo", "comprendiendo", o "teniendo" y variantes de la misma en el presente documento pretende abarcar los artículos enumerados a continuación y sus equivalentes, así como artículos adicionales. A menos que se especifique o se limite de otra manera, los términos "montado", "conectado", "soportado" y "acoplado" y sus variaciones se utilizan ampliamente y abarcan montajes, conexiones, soportes y acoplamientos tanto directos como indirectos. Además, "conectados" y "acoplados" no están restringidos a conexiones o acoplamientos físicos o mecánicos.

La siguiente discusión se presenta para permitir a una persona experta en la técnica hacer y utilizar realizaciones de la invención. Varias modificaciones a las realizaciones ilustradas serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos del presente documento se pueden aplicar a otras realizaciones y aplicaciones sin apartarse de las realizaciones de la invención. Por lo tanto, no se pretende que las realizaciones de la invención estén limitadas a las realizaciones mostradas, sino que deben concederse el alcance más amplio compatible con los principios y características descritos en el presente documento. La siguiente descripción detallada se ha de leer con referencia a las figuras, en las que elementos similares en diferentes figuras tienen números de referencia iguales. Las figuras, que no son necesariamente a escala, representan realizaciones seleccionadas y no pretenden limitar el alcance de las realizaciones de la invención. Los expertos reconocerán que los ejemplos proporcionados en el presente documento tienen muchas alternativas útiles y caen dentro del alcance de las realizaciones de la invención.

La figura 1 ilustra un esquema de un sistema 10 de bombeo de velocidad variable, de acuerdo con una realización de la invención, en conexión con una piscina 12. El sistema 10 de bombeo puede incluir un filtro 14, una bomba 16 de calor, un clorador 18, un sistema 20 de control/automatización y una unidad 22 de bomba con una interfaz 24 de usuario, un controlador 26 de bomba que incluye un accionador 28 de velocidad variable (VSD), un motor 30, y una bomba 32. La piscina 12 puede ser cualquier aplicación acuática incluyendo, pero no limitado a, una piscina comercial, residencial, spa, y/o bañera de hidromasaje, y puede incluir una característica 34 de agua que incluye una o más cascadas, vertederos, etc., un retorno principal 36 que incluye una o más entradas de piscina, un retorno principal 38 que incluye uno o más desagües, un desagüe 40 de desnatador y/o un limpiador 42 de succión. El desagüe 40 de desnatador puede recoger residuos gruesos del agua que se retira de la piscina 12 y el limpiador 42 de succión puede ser un limpiador de piscinas manual o automático y puede aspirar residuos de varias superficies sumergidas de la piscina 12.

El agua puede circular a través de la piscina 12 por el sistema 10 de bombeo a través de una línea 44 de salida conectada a la característica 34 de agua y/o el retorno principal 36 (por ejemplo, suministrar agua a la piscina 12) y una línea 46 de entrada conectada al desagüe 40 de desnatador, el limpiador 42 de succión y/o el desagüe principal 38 (por ejemplo, recibir o retirar agua de la piscina 12). Más específicamente, como se muestra en la figura 1, la bomba 32 puede mover el agua desde la línea 46 de entrada a la línea 44 de salida, y el filtro 14, la bomba 16 de calor y el clorador 18 pueden conectarse entre la bomba 32 y la línea 44 de salida para tratar el agua antes de que se suministre de nuevo a la piscina 12. Como resultado, los componentes de la piscina que reciben agua (es decir, el desagüe 40 de desnatador, el limpiador 42 de succión y/o el desagüe principal 38), la bomba 32, el filtro 14, la bomba 16 de calor, el clorador 18 y los componentes de la piscina que suministran agua (es decir, la característica 34 de agua y/o el retorno principal 38) forman un circuito o vía de fluido, como se designa mediante conexiones de línea continua en la figura 1, para la circulación de agua a través de la piscina 12. En algunas realizaciones, algunos componentes de la piscina, tales como la característica 34 de agua y/o el limpiador 42 de succión, son capaces de ser apagados manual o automáticamente de manera que no suministren agua o reciban agua de la piscina 12 (por ejemplo, que ya no forman parte del circuito de fluido). Además, en algunas realizaciones, los componentes tales como la bomba 16 de calor y/o el clorador 18 pueden no estar incluidos dentro del sistema 10 de bombeo y el circuito de fluido.

Los componentes del sistema 10 de bombeo pueden conectarse a través de conexiones de fluido (es decir, designadas por líneas continuas en la figura 1), y/o conexiones mecánicas o eléctricas (es decir, designadas por líneas discontinuas en la figura 1). Con respecto a la unidad 22 de bomba, la bomba 32 puede ser una bomba centrífuga y puede ser accionada por el motor 30 de bomba, tal como un motor de imán permanente, un motor de inducción, un motor síncrono o un motor asíncrono. El funcionamiento del motor de bomba puede ser infinitamente variable dentro de un intervalo de funcionamientos (es decir, funcionamiento de cero a máximo). En el caso de un motor síncrono 30, la velocidad en estado estacionario del motor 30 (en rotaciones por minuto, o RPM) se puede denominar velocidad síncrona. Además, en el caso de un motor síncrono 30, la velocidad de estado estacionario del motor 30 también puede determinarse basándose en la frecuencia de funcionamiento en hertzios (Hz). El controlador 26 de bomba puede controlar el motor 30 de bomba y así controlar la bomba 32. El controlador 26 de bomba puede incluir el accionamiento 28 de velocidad variable, que puede proporcionar un control infinitamente variable del motor 30 de bomba (es decir, puede variar la velocidad del motor 30 de bomba). Con respecto al funcionamiento del accionamiento 28 de velocidad variable, se puede transformar una corriente alterna monofásica

de un suministro de potencia de origen en una corriente alterna trifásica. El variador 28 de velocidad variable puede suministrar la potencia eléctrica trifásica CA a una frecuencia variable al motor 30 de la bomba para accionar el motor 30 de la bomba. Por ejemplo, el controlador 26 de bomba y el variador 28 de velocidad variable pueden accionar el motor 30 como se describe en la patente de los Estados Unidos nº 7.857.600, titulada "Sistema y método de controlador de bomba".

El controlador 26 de bomba puede recibir información desde una interfaz 24 de usuario en comunicación con el controlador 26 de bomba (por ejemplo, a través de conexiones físicas o inalámbricas). Además, el controlador 26 de bomba puede estar acoplado, tal como unido físicamente o conectado, a la bomba 32 y/o el motor 30. En algunas realizaciones, el controlador 26 de bomba puede controlar la bomba 32 basándose en la información procedente de la interfaz 24 de usuario, así como la información o retroalimentación desde el motor 30. Más específicamente, el controlador de bomba puede monitorizar uno o más valores o características de rendimiento del sistema 10 de bombeo basándose en la información desde el motor 30 y puede controlar el motor 30 y, por lo tanto, la bomba 32, basándose en los valores o características monitorizadas, proporcionando así un bucle de retroalimentación para controlar el motor 30. Se pueden utilizar varios parámetros (por ejemplo, que se calculan, proporcionados a través de una tabla de consulta, gráfico o curva, tal como una curva de flujo constante, etc.) para determinar las características de rendimiento, tales como la potencia de entrada consumida por el motor 30, velocidad del motor, caudal y/o presión de flujo.

Por ejemplo, en algunas realizaciones, no se utilizan sensores físicos para detectar la presión y/o el caudal en el sistema 10 de bombeo. Por el contrario, se utiliza el consumo de potencia del motor (por ejemplo, corriente de desagüe) para monitorizar el rendimiento del motor 30 y la bomba 32. Dado que el consumo de potencia del motor 30 tiene una relación con el caudal y la presión a través de la bomba 32, se puede calcular o determinar la presión y/o el caudal permitiendo un control sin sensor del motor 30 y la bomba 32. En otras palabras, el consumo de potencia del motor puede utilizarse para determinar el caudal o la presión en lugar de utilizar sensores de caudal o sensores de presión en ubicaciones en todo el sistema 10 de bombeo. Además, en algunas realizaciones, el controlador 26 de bomba puede monitorizar repetidamente el motor 30 (tal como la potencia de entrada consumida o la velocidad del motor 30) para detectar o determinar una obstrucción dentro del circuito de fluido (por ejemplo, a lo largo de la línea de entrada aguas arriba de la bomba o a lo largo de la línea de salida aguas abajo de la bomba). Por ejemplo, con respecto a la monitorización del motor 30 para detectar o determinar una obstrucción, el controlador 26 de bomba puede funcionar de acuerdo con el descrito en la patente de los Estados Unidos nº 8.313.306 (titulada "Método de funcionamiento de un sistema de liberación de vacío de seguridad") y la publicación de patente de los Estados Unidos nº 2007/0183902 (titulada "Función anti-atrapamiento y cabezal anti-apagado").

El controlador 26 de bomba también se puede conectar al sistema 20 de control/automatización, por ejemplo, de manera que permita una comunicación bidireccional entre el controlador 26 de bomba y el sistema 20 de control/automatización. El sistema 20 de control/automatización puede ser un sistema de control analógico o digital que puede incluir controladores lógicos programables (PLC), programas informáticos o similares que están preconfigurados para controlar la bomba 32. En algunas realizaciones, el controlador 26 de bomba y el sistema 20 de control/automatización pueden funcionar de acuerdo con una relación maestro/esclavo. Por ejemplo, cuando el controlador 26 de bomba no está conectado al sistema 20 de control/automatización, el controlador 26 de bomba puede controlar automáticamente todas las funciones de la unidad 22 de bomba. Sin embargo, cuando el sistema 20 de control/automatización está conectado al controlador 26 de bomba, el sistema 20 de control/automatización puede funcionar automáticamente como un controlador maestro y el controlador 26 de bomba puede funcionar automáticamente como un controlador esclavo. De esta manera, el controlador maestro (es decir, el sistema 20 de control/automatización) puede tener control sobre ciertas funciones del controlador esclavo (es decir, el controlador 26 de bomba), tales como funciones relacionadas con la optimización del consumo de energía del motor 30. Como resultado, el controlador maestro puede controlar el controlador esclavo para accionar el motor 30 de bomba y la bomba 32 de manera que optimiza el consumo de energía del motor 30 o realizar otras operaciones especificadas por el usuario.

En algunas realizaciones, el sistema 20 de control/automatización puede estar operativamente conectado o en comunicación con uno o más dispositivos auxiliares para accionar los dispositivos auxiliares y/o recibir información o retroalimentación desde los dispositivos auxiliares. Como se muestra en las figuras 1 y 2, los dispositivos auxiliares pueden incluir diversos dispositivos mecánicos, eléctricos y/o químicos incluyendo, pero no limitados a, la unidad 22 de bomba (por ejemplo, a través del controlador 26 de bomba, como se ha descrito anteriormente), el filtro 14, la bomba 16 de calor, el clorador 18 y/u otro dispositivo de dispersión química (no mostrado), la característica 34 de agua, el limpiador 42 de succión, un calentador 48 de agua, uno o más dispositivos 50 de iluminación, un teclado remoto 52 (por ejemplo, incluyendo una interfaz de usuario como un teclado 54, botones, pantalla táctil, etc., para recibir información de usuario y/o una pantalla 56), una segunda bomba 58 y/o un segundo motor 60 de bomba, uno o más sensores 62 asociados con la piscina 12 o el sistema 10 de bombeo, uno o más relés eléctricos o mecánicos 64 o conmutadores 66 asociados con la piscina 12 o el sistema 10 de bombeo, una o más válvulas 68 de agua accionadas eléctrica o mecánicamente asociadas con la piscina 12 o el sistema 10 de bombeo, un dispositivo 70 de temporización eléctrico o mecánico y/o un ordenador personal 72. Las conexiones entre el sistema 20 de control/automatización y los dispositivos auxiliares pueden ser cableadas o inalámbricas y pueden permitir comunicación bidireccional entre el sistema 20 de control/automatización y los dispositivos auxiliares. Por ejemplo, el

teclado remoto 54 puede ser un teclado inalámbrico situado lejos del sistema 20 de control/automatización y/o del controlador 26 de bomba. En otro ejemplo, el ordenador personal 72 puede conectarse al sistema 20 de control/automatización a través de una red informática cableada o inalámbrica, tal como una red de área local. Además, en algunas realizaciones, uno o más de los dispositivos auxiliares se pueden conectar al controlador 26 de bomba en lugar de al sistema 20 de control/automatización, por ejemplo a través de un panel de comunicaciones o caja de conexiones (no mostrada).

La comunicación bidireccional entre el sistema 20 de control/automatización y los dispositivos auxiliares (o el controlador 26 de bomba y los dispositivos auxiliares) puede permitir el control del motor 30 y, por lo tanto, de la bomba 32, basándose en la información o retroalimentación de los dispositivos auxiliares. Más específicamente, pueden utilizarse entradas desde los dispositivos auxiliares, tales como un caudal deseado necesario para el funcionamiento del calentador 48 de agua, una entrada de usuario desde el teclado remoto 52, etc., para controlar el funcionamiento del motor 30 y la bomba 32. Otros parámetros utilizados por el sistema 20 de control/automatización (y/o el controlador 26 de bomba) para controlar el funcionamiento del motor 30 de bomba y la bomba 32 pueden incluir, pero no se limitan a, caudal de agua, presión de agua, velocidad del motor, y el consumo de energía, como se ha comentado anteriormente, así como la carga del filtro, los niveles químicos, la temperatura del agua, las alarmas, los estados operativos, el tiempo, el coste energético, las renovaciones de agua por día, las posiciones de relé o de conmutación y/u otros parámetros (por ejemplo, detectados, determinados, calculados, obtenidos, etc.) que indican el rendimiento del sistema 10 de bombeo.

En un ejemplo general, la información introducida en el teclado remoto 52 por un usuario puede ser recibida por el sistema 20 de control/automatización, y el sistema 20 de control/automatización (es decir, actuando como controlador maestro) puede controlar el controlador 26 de bomba, (es decir, actuando como controlador esclavo) para accionar el motor 30 y la bomba 32 basándose en la información de entrada. El sistema 20 de control/automatización también puede proporcionar información de nuevo al teclado remoto 52 para mostrar al usuario, por ejemplo a través de la pantalla 56. En un ejemplo más específico con respecto a las renovaciones de agua por día, el sistema 10 de bombeo (es decir, el sistema 20 de control/automatización y/o el controlador 26 de bomba) puede preconfigurarse para permitir al usuario introducir, a través de la interfaz 24 de usuario o el teclado remoto 52, un número deseado de renovaciones de agua (es decir, el número de veces que el agua se hace circular de nuevo a través del circuito de fluido). El sistema 20 de control/automatización y/o el controlador 26 de bomba pueden entonces accionar el motor 30 y la bomba 32 para realizar el número deseado de renovaciones de agua dentro de una cantidad predeterminada de tiempo, tal como un período de 24 horas. En otro ejemplo, el sistema 20 de control/automatización puede recibir información de uno o más dispositivos auxiliares que el calentador 48 de agua está accionando o necesita accionar y puede alterar el rendimiento del sistema 10 de bombeo (por ejemplo, alterar la velocidad del motor 30 de bomba) para proporcionar un caudal aumentado necesario para el correcto funcionamiento del calentador 48 de agua.

Las figuras 3 y 4 ilustran la unidad 22 de bomba, de acuerdo con una realización de la invención, que incluye la bomba 32, el controlador 26 de bomba, la interfaz 24 de usuario y el motor 32 para su uso con el sistema 10 de bombeo descrito anteriormente. La bomba 32 puede configurarse para su uso en cualquier aplicación acuática adecuada, incluyendo piscinas, spas, y/o características de agua. La bomba 32 puede incluir un alojamiento 74 y puede estar conectada al motor 30. En algunas realizaciones, el motor 30 puede ser un motor de velocidad variable, como se ha descrito anteriormente, y el controlador 26 de bomba puede incluir un accionamiento de velocidad variable para accionar el motor 30. En una realización, el motor 30 puede ser accionado a cuatro o más velocidades predeterminadas diferentes. El alojamiento 74 puede incluir una entrada 76, una salida 78, una cesta 80, una tapa 82 y un soporte 84. El soporte 84 puede soportar el motor 30 y puede utilizarse para montar la bomba 32 sobre una superficie adecuada (no mostrada).

En algunas realizaciones, el controlador 26 de bomba puede estar acoplado (por ejemplo, físicamente unido o sujeto) a la bomba 32 y/o el motor 30. Por ejemplo, como se muestra en las figuras 3 y 4, el controlador 26 de bomba y la interfaz 24 de usuario pueden estar encerrados en una caja 86 que puede montarse sobre el motor 30. La caja 86 puede incluir un compartimento 88 de cableado de campo y una cubierta 90. La cubierta 90 puede ser abierta y cerrada para permitir el acceso al controlador 26 de bomba (y, específicamente, a la interfaz 24 de usuario) y protegerlo de la humedad, el polvo y otras influencias ambientales. En algunas realizaciones, el compartimento 88 de cableado de campo puede incluir una fuente de alimentación para proporcionar energía al motor 30 y al controlador 26 de bomba. Además, el motor 30 puede incluir un acoplamiento 92, como se muestra en la figura 4, para conectarse al controlador 26 de bomba. En otras realizaciones, el controlador 26 de bomba y/o la interfaz 24 de usuario pueden ser extraíbles del motor 30 y/o de la bomba 32. Por ejemplo, en tales realizaciones, el controlador 26 de bomba y/o la interfaz 24 de usuario pueden configurarse para su montaje en el motor 30, la bomba 32 y/o una pared y pueden ser extraíbles de manera que el controlador 26 de bomba y/o la interfaz 24 de usuario puede retirarse y volver a montar el motor 30, la bomba 32 y/o una pared si así lo desea un usuario.

Como se muestra en la figura 4, la bomba 32 puede incluir una placa 94 de sellado, un impulsor 96, una junta 98, un difusor 100 y un colador 102. El colador 102 se puede insertar en la cesta 80 y puede ser asegurado por la tapa 82. En algunas realizaciones, la tapa 82 puede incluir una tapa 104, una junta tórica 106 y una tuerca 108. La tapa 104 y la junta tórica 106 pueden acoplarse a la cesta 80 atornillando la tuerca 108 sobre la cesta 80. La junta tórica 106

- 5 puede sellar la conexión entre la cesta 80 y la tapa 82. Una entrada 110 del difusor 100 puede estar sellada de manera fluida a la cesta 80 con un sello 112. En algunas realizaciones, el difusor 100 puede encerrar el impulsor 96. Una salida 114 del difusor 100 puede estar sellada de forma fluida a la placa 94 de sellado. La placa 94 de sellado puede sellarse al alojamiento 74 con la junta 98. El motor 30 puede incluir un eje 116, que puede acoplarse al impulsor 96. El motor 30 puede girar el impulsor 96, extrayendo fluido desde la entrada 46 a través del colador 72 y el difusor 70 hasta la salida 48 (es decir, para accionar la bomba 32). Con respecto al sistema 10 de bombeo de la figura 1, la entrada 76 y la salida 78 de la bomba 32 pueden estar conectadas a la línea 46 de entrada y a la línea 44 de salida, respectivamente, del sistema 10 de bombeo.
- 10 La figura 5A ilustra la interfaz 24 de usuario para el controlador 26 de bomba de acuerdo con una realización de la invención. La interfaz 24 de usuario puede incluir una pantalla 118, al menos un botón 120 de velocidad, botones 122 de navegación, un botón 124 de inicio-parada, un botón 126 de restablecimiento, un botón 128 de anulación manual y un botón 130 de "limpieza rápida". El botón 128 de anulación manual también se puede considerar un botón de "tiempo de espera". En algunas realizaciones, los botones 122 de navegación pueden incluir un botón 132 de menú, un botón 134 de selección, un botón 136 de escape, un botón 138 de flecha hacia arriba, un botón 140 de flecha hacia abajo, un botón 142 de flecha hacia la izquierda, un botón 144 de flecha hacia la derecha y un botón 146 de introducción. Los botones 122 de navegación y los botones 120 de velocidad pueden utilizarse para programar un planificación en el controlador 26 de bomba. En algunas realizaciones, por ejemplo, la pantalla 108 puede incluir una sección inferior 148 para mostrar información sobre un parámetro y una sección superior 150 para mostrar un valor asociado con ese parámetro. En algunas realizaciones, la interfaz 24 de usuario puede incluir diodos emisores de luz (LED) 152 para indicar un funcionamiento normal y/o un error detectado de la bomba 32.
- 15 La figura 5B ilustra el sistema 20 de control/automatización de acuerdo con una realización de la invención. Como se ha expuesto anteriormente, el sistema 20 de control/automatización puede comunicarse con el controlador 26 de bomba. Además, como se ha explicado anteriormente, el sistema 20 de control/automatización puede controlar la bomba 32 mediante una relación maestro/esclavo con el controlador 26 de bomba. El sistema 20 de control/automatización también puede utilizarse para programar el controlador 26 de bomba, por ejemplo, si la bomba 32 está instalada en una ubicación en la que la interfaz 24 de usuario no es convenientemente accesible.
- 20 En algunas realizaciones, en general, el controlador 26 de bomba puede accionar automáticamente la bomba 32 de acuerdo con al menos una planificación programada (por ejemplo, designar una velocidad o caudal de la bomba 32 y/o el motor 30, así como una hora de inicio planificada, un tiempo de parada planificado y/o una duración). Si se programan dos o más planificaciones en el controlador 26 de bomba, la planificación que enciende la bomba 32 a la velocidad más alta puede tener prioridad sobre las planificaciones restantes. En algunas realizaciones, el controlador 26 de bomba puede permitir el funcionamiento manual de la bomba 32. Si la bomba 32 es accionada manualmente y se superpone a un encendido planificado, el encendido planificado puede tener prioridad sobre el funcionamiento manual independientemente de la velocidad de la bomba 32. En algunas realizaciones, el controlador 26 de bomba puede incluir una anulación manual (por ejemplo, a través del botón 128 de anulación manual o "tiempo de espera"). La anulación manual puede interrumpir el funcionamiento planificado y/o manual de la bomba 32 para permitir procedimientos de limpieza y mantenimiento de la piscina 12, por ejemplo. Además, en algunas realizaciones, el controlador 26 de bomba puede monitorizar el funcionamiento de la bomba 32 y puede indicar condiciones anormales de la bomba 32 y/o del sistema 10 de bombeo, como se ha discutido anteriormente.
- 25 Más específicamente, las figuras 6A-6B ilustran un menú 154 para el controlador 26 de bomba de acuerdo con una realización de la invención. En algunas realizaciones, el menú 154 puede utilizarse para programar varias características del controlador 26 de bomba. Por ejemplo, el menú 154 puede incluir una jerarquía de categorías 156, parámetros 158 y valores 160, cualquiera de los cuales puede ser visualizado por la pantalla 118 de la interfaz 24 de usuario de modo que un usuario o instalador pueda programar las diversas características en el controlador de bomba 26. Por ejemplo, desde una pantalla principal 162 en la pantalla 118, un operador puede entrar en el menú 154 pulsando el botón 132 de menú. El operador puede desplazarse por las categorías 156 (es decir, para que la pantalla se desplace visualmente a través del menú 154) utilizando el botón 138 de flecha hacia arriba y el botón 140 de flecha hacia abajo. En algunas realizaciones, las categorías 156 pueden incluir configuraciones 164, velocidad 166, control externo 168, características 170, cebado 172, anti-congelación 174 y bloqueo 176 de flujo (en cualquier orden). En algunas realizaciones, el operador puede entrar en una categoría 156 presionando el botón 134 de selección. El operador puede desplazarse a través de los parámetros 158 dentro de una categoría específica 156 utilizando el botón 138 de flecha hacia arriba y el botón 140 de flecha hacia abajo. El operador puede seleccionar un parámetro 158 presionando el botón 134 de selección y puede ajustar el valor 160 del parámetro 158 con el botón 138 de flecha hacia arriba y/o el botón 140 de flecha hacia abajo. En algunas realizaciones, el valor 160 puede ajustarse mediante un incremento específico o el usuario puede seleccionar de una lista de opciones. El usuario puede guardar el valor 160 pulsando el botón 146 de introducción. Presionando el botón 136 de escape, el usuario puede salir del menú 154 sin guardar ningún cambio.
- 30 En algunas realizaciones, la categoría 164 de ajustes puede incluir un ajuste 178 de tiempo, un ajuste 180 de velocidad mínima, un ajuste 182 de velocidad máxima y un ajuste 184 de reinicio automático SVRS, así como otros parámetros 186 de ajustes. El ajuste 178 de tiempo puede utilizarse para encender la bomba 32 en una planificación particular. El ajuste 180 de velocidad mínima y el ajuste 182 de velocidad máxima se pueden ajustar según el
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

volumen de las aplicaciones acuáticas. Un instalador de la bomba 32 puede proporcionar el ajuste 180 de velocidad mínima y el ajuste 182 de velocidad máxima, por ejemplo, tras la instalación de la bomba 32. El controlador 26 de bomba puede impedir automáticamente que el ajuste 180 de velocidad mínima sea más alto que el ajuste 182 de velocidad máxima. Los ajustes 180, 182 de velocidad mínima y máxima pueden ajustarse de manera que la bomba  
 5 32 no funcione fuera de estas velocidades con el fin de proteger dispositivos dependientes del flujo con velocidades mínimas y dispositivos sensibles a la presión (por ejemplo, filtros) con velocidades máximas. El ajuste 184 de reinicio automático SVRS puede proporcionar un período de tiempo antes de que el controlador 26 de bomba reanude el funcionamiento normal de la bomba 32 después de que se ha detectado una obstrucción a lo largo de la línea 46 de entrada (por ejemplo, en el desagüe principal 38) y la bomba 32 ha sido detenida, de acuerdo con una característica  
 10 de sistema de liberación de vacío de seguridad del sistema 10 de bombeo. En algunas realizaciones, puede haber dos ajustes de velocidad mínima, tal como uno para la detección de cabezal muerto (por ejemplo, una velocidad más alta) y otro para detección dinámica (por ejemplo, una velocidad más baja), como se describe en la patente de los Estados Unidos nº 8.313.306 (titulada "Método de funcionamiento de un sistema de liberación de vacío de seguridad").

En algunas realizaciones, la categoría 166 de velocidad puede utilizarse para introducir datos para encender/accionar la bomba 32 manual y/o automáticamente (es decir, a través de ajustes de velocidad programados). En algunas realizaciones, el controlador 26 de bomba puede almacenar una serie de velocidades preestablecidas/ajustes de velocidad (tales como ocho). En este ejemplo, cada una de las primeras cuatro  
 20 velocidades/ajustes de velocidad en un primer conjunto de velocidades 188 ("Velocidad 1-4") se puede ajustar como velocidades manuales, velocidades planificadas (por ejemplo, velocidades con tiempos de inicio y de parada establecidos) y/o las velocidades de cuenta atrás/temporizador (por ejemplo, velocidades con una duración de tiempo). Cada una de las segundas cuatro velocidades/ajustes de velocidad en un segundo conjunto de velocidades 190 ("Velocidad 5-8") se puede establecer velocidades planificadas (por ejemplo, velocidades con tiempos de inicio y  
 25 de parada establecidos). Como resultado, las velocidades 5-8 se pueden programar para funcionar en un modo planificado solamente, mientras que las velocidades 1-4 se pueden programar para funcionar en un modo manual, planificado o de cuenta atrás. En algunas realizaciones, para el modo manual, sólo se puede programar una velocidad. Para los modos planificados, se puede programar una velocidad, una hora de inicio y una hora de parada. Para el modo de temporización de cuenta atrás, se puede programar una velocidad y una duración. De este modo,  
 30 cada ajuste de velocidad puede incluir una velocidad, un tiempo de inicio, un tiempo de parada y/o una duración dependiendo del modo respectivo.

En algunas realizaciones, las velocidades/ajustes de velocidad de ambos conjuntos 188, 190 se pueden programar en el controlador 26 de bomba utilizando el botón 138 de flecha hacia arriba, el botón 140 de flecha hacia abajo y el  
 35 botón 146 de introducción para seleccionar los valores descritos anteriormente. Una vez programado, se puede acceder al primer conjunto de velocidades 188 (velocidades 1-4) presionando uno de los botones 120 de velocidad en la interfaz 24 de usuario. Como se ha explicado anteriormente, si se programan dos o más planificaciones en el controlador 26 de bomba durante el mismo tiempo, la planificación que enciende la bomba 32 a la velocidad más alta puede tener prioridad sobre las planificaciones restantes. No todas las velocidades 5-8 en el segundo conjunto  
 40 de velocidades 162 deben programarse para funcionar en una planificación. Por ejemplo, una o más de las velocidades 5-8 se pueden desactivar.

La categoría 168 de control externo puede incluir diversos programas 192 con ajustes de velocidad que pueden ejecutarse cuando son ordenados por el sistema 20 de control/automatización. En el ejemplo mostrado, se pueden  
 45 incluir cuatro velocidades programadas (es decir, programas 1-4). En una realización, estas cuatro velocidades programadas pueden determinarse a 1100 RPM, 1500 RPM, 2350 RPM y 3110 RPM, respectivamente. Cada programa 192 puede ser accesible para ajustar individualmente una nueva velocidad utilizando el botón 138 de flecha hacia arriba, el botón 140 de flecha hacia abajo y el botón 146 de introducción. En otras realizaciones, el número de programas 192 puede ser igual al número de ejecuciones planificadas programadas en el segundo  
 50 conjunto de velocidades 190 (velocidades 5-8).

Además, en algunas realizaciones, la categoría 166 de velocidad y la categoría 168 de control externo se pueden programar alternativamente con caudales/ajustes de caudales en lugar de velocidades/ajustes de velocidad. Por ejemplo, la categoría 166 de velocidad puede tener un parámetro de modo adicional que permite al usuario  
 55 seleccionar un "modo de control de flujo" (es decir, donde se ajustan los caudales) o un "modo de control de velocidad" (es decir, donde se ajustan las velocidades, como se describe arriba). En el modo de control de flujo, los caudales se pueden establecer de acuerdo con los ajustes de velocidad descritos anteriormente (por ejemplo, cuando las velocidades 1-4, velocidades 5-8, y/o velocidades programadas externamente controladas de los programas 192 son en cambio flujos 1-4, flujos 5-8, y/o flujos programados externamente controlados de los programas 192). Los flujos 1-4 se pueden programar para funcionar en un modo manual, planificado o de cuenta  
 60 atrás, los flujos 5-8 se pueden programar para funcionar en un modo planificado, y los flujos programados controlados externamente pueden programarse para funcionar en un modo planificado. De este modo, cada ajuste de caudal puede incluir un caudal, un tiempo de inicio, un tiempo de parada y/o una duración dependiendo del modo respectivo. También se puede acceder a los flujos 1-4 o seleccionarlos a través de los botones 92 de navegación en la interfaz 88 de usuario. En consecuencia, el sistema 10 de bombeo, y en particular el controlador 26 de bomba,  
 65 pueden funcionar para mantener una velocidad constante de la bomba (es decir, en el modo de control de velocidad)



y/o pueden funcionar para mantener un caudal constante de agua dentro del circuito de fluido, o a través del filtro 14 (es decir, en el modo de control de flujo).

Además, en el modo de control de flujo, el controlador 26 de bomba ajusta continua o periódicamente la velocidad del motor 30 para mantener los caudales establecidos/ajustes de caudal. Más específicamente, la cantidad de agua que se puede mover y/o la facilidad con la que se puede mover el agua depende en parte del estado actual (por ejemplo, calidad, limpieza) del filtro 14. En general, un filtro 14 limpio (por ejemplo, nuevo, fresco o lavado a contraluz) proporciona un impedimento menor al flujo de agua que un filtro que ha acumulado materia de filtro (por ejemplo, un filtro 14 sucio). Por lo tanto, para un caudal constante a través de un filtro 14, se requiere una menor presión para mover el agua a través de un filtro 14 limpio que la presión que se requiere para mover el agua a través de un filtro 14 sucio. Otra manera de considerar el efecto de la acumulación de suciedad es que si la presión se mantiene constante, el caudal disminuirá a medida que la suciedad se acumula y obstaculiza (por ejemplo, bloquea progresivamente) el flujo. El mantenimiento de un volumen de flujo constante a pesar de un impedimento creciente causado por la acumulación de suciedad del filtro puede requerir una presión creciente y es el resultado de una fuerza creciente del motor 30 de bomba. Algunas realizaciones de la invención controlan la bomba 32 y, más específicamente, controlan la velocidad del motor 30 de bomba, para proporcionar la fuerza aumentada que proporciona la presión aumentada para mantener el flujo constante.

Por ejemplo, como se ha explicado anteriormente, el controlador 26 de bomba puede determinar caudales basados en el consumo de potencia del motor y/o la velocidad del motor. Por lo tanto, con el fin de accionar la bomba 32 en un caudal programado, el controlador 26 de bomba puede ejecutar uno de los siguientes procedimientos de control de flujo. En primer lugar, el controlador 26 de bomba puede determinar (por ejemplo, recibir, obtener o calcular) una velocidad actual del motor 30, determinar un consumo de potencia de referencia basándose en la velocidad actual del motor 30 y el caudal programado y determinar (por ejemplo, recibir, obtener o calcular) el consumo de potencia actual del motor 30. El controlador 26 de bomba puede entonces calcular un valor de diferencia entre el consumo de potencia de referencia y el consumo de potencia actual y utilizar un control proporcional (P), integral (I) y/o derivado (D) (por ejemplo, P, I, PI, PD, PID) basándose en el valor de diferencia para generar una nueva velocidad del motor 30 que alcanzará el caudal programado. El controlador 26 de bomba puede entonces ajustar la velocidad actual del motor 30 a la nueva velocidad para mantener el caudal programado. Alternativamente, el controlador 26 de bomba puede determinar (por ejemplo, recibir, obtener o calcular) una velocidad actual del motor 30, el consumo actual de potencia del motor 30 y el caudal actual a través del sistema 10 de bombeo (es decir, basándose en el consumo de potencia actual y/o la velocidad actual). El controlador 26 de bomba puede entonces calcular un valor de diferencia entre el consumo de potencia de referencia y el consumo actual y utilizar un control proporcional, integral y/o derivado basándose en el valor de diferencia para generar una nueva velocidad del motor 30 que alcanzará el caudal programado. El controlador 26 de bomba puede entonces ajustar la velocidad actual del motor 30 a la nueva velocidad para mantener el caudal programado. En algunas realizaciones, el controlador 26 de bomba puede ejecutar los procedimientos de control de flujo como se describe en la patente de los Estados Unidos nº 7.845.913, titulada "Control de Flujo".

La capacidad para mantener un flujo constante es útil para conseguir un volumen de flujo específico durante un periodo de tiempo. Por ejemplo, como se discutió anteriormente, puede ser deseable realizar un número específico de renovaciones de agua dentro de un periodo de tiempo predeterminado, tal como un día. El número deseado de renovaciones de agua puede estar relacionado con la necesidad de mantener una claridad de agua deseada, a pesar de que el filtro del sistema de bombeo aumentará progresivamente la acumulación de suciedad. Por el contrario, en las bombas de velocidad única existentes, los caudales cambian con el tiempo debido a que la resistencia, o el cabezal dinámico total (TDH), del sistema de bombeo cambia a medida que la suciedad y los residuos se acumulan en el filtro y coladores del sistema. Este aumento en la resistencia al flujo hace que la bomba de velocidad única convencional pierda flujo a medida que el sistema se ensucia, lo suficiente para que las renovaciones de agua deseadas no se alcancen como resultado de la pérdida de flujo.

Con referencia de nuevo a la figura 6A, la categoría 170 de características puede utilizarse para programar una anulación manual. En algunas realizaciones, los parámetros pueden incluir un programa 194 de "tiempo de espera" y un programa 196 de "limpieza rápida". El programa 194 de "tiempo de espera" puede interrumpir el funcionamiento de la bomba 32 y/o del motor 30 durante un cierto tiempo, que se puede programar en el controlador 26 de bomba. El programa 194 de "tiempo de espera" se puede seleccionar pulsando el botón 128 de "tiempo de espera" en la interfaz 24 de usuario. El programa 194 de "tiempo de espera" se puede utilizar para detener el funcionamiento de la bomba 32 de modo que un usuario pueda limpiar la piscina o spa y/o realizar procedimientos de mantenimiento. El programa 196 de "limpieza rápida" puede incluir un ajuste de velocidad y un ajuste de duración. El programa 196 de "limpieza rápida" se puede seleccionar pulsando el botón 130 de "limpieza rápida" situado en la interfaz 24 de usuario. Cuando se pulsa, el programa 196 de "limpieza rápida" puede tener prioridad sobre el funcionamiento planificado y/o manual de la bomba 32. Después de que la bomba 32 haya sido accionada durante el periodo de tiempo del ajuste de duración, la bomba 32 puede reanudar el funcionamiento planificado y/o manual. Si el SVRS ha sido activado previamente y el periodo de tiempo para el reinicio automático SVRS 184 todavía no ha transcurrido, el programa 196 de "limpieza rápida" puede no ser iniciado por el controlador 26 de bomba.

En la categoría 172 de cebado, el cebado de la bomba 32 se puede habilitar o deshabilitar en el ajuste 200. La

secuencia de cebado de la bomba 32 puede eliminar sustancialmente todo el aire de la bomba 32 para permitir que el agua fluya a través de la bomba 32 y/o el circuito de fluido. Si el cebado está activado, se puede programar una duración máxima para la secuencia de cebado ("tiempo máximo de cebado") en el controlador 26 de bomba en el ajuste 202. Esta es la duración máxima que la bomba 32 intentará cebar antes de dar un error. En algunas realizaciones, la secuencia de cebado se puede encender/accionar a la velocidad máxima 182. En otro ejemplo, la bomba 32 puede encenderse a una primera velocidad (por ejemplo, 1800 RPM) durante una primera duración (por ejemplo, aproximadamente tres segundos). Si hay suficiente flujo a través de la bomba 32, se completa el cebado. Si no es así, la bomba 32 puede encenderse a la velocidad máxima 182 durante un tiempo de retardo de cebado (tal como aproximadamente 20 segundos, establecido en el ajuste 204). Si hay suficiente flujo a través de la bomba 32 en este punto, se completa el cebado. De no ser así, la bomba 32 puede continuar para ser encendida a la velocidad máxima 182 durante una cantidad de tiempo establecida por el ajuste 202 de tiempo de cebado máximo. Si todavía no hay flujo suficiente cuando el ajuste 202 de tiempo de cebado máximo ha expirado, se puede notificar una alarma de cebado en seco (por ejemplo, a través de los LED 152 y/o la pantalla 118). Además, se puede seleccionar un valor de sensibilidad de cebado del 1% al 100% en el ajuste 206. Este valor de sensibilidad de cebado afecta a la determinación de si el flujo es suficiente para considerar el cebado completado. Valores de sensibilidad más bajos aumentan la cantidad de flujo necesaria para que la bomba 32 detecte que está cebada, mientras que valores de sensibilidad más altos disminuyen la cantidad de flujo necesaria para que la bomba 32 detecte que está cebada.

En algunas realizaciones, un sensor de temperatura interno de la bomba 32 puede conectarse al controlador 26 de bomba con el fin de proporcionar un accionamiento de anti-congelación para el sistema 10 de bombeo y la bomba 32. En la categoría 174 de anti-congelación, se puede establecer un ajuste 208 de habilitar/deshabilitar para habilitar o deshabilitar el accionamiento de anti-congelación. Además, se puede programar en el controlador 26 de bomba un ajuste 210 de velocidad y un ajuste 212 de temperatura en el que la bomba 32 puede activarse para evitar que el agua se congele en el sistema de bombeo. Si el sensor de temperatura detecta una temperatura inferior al ajuste 212 de temperatura, la bomba 32 puede accionarse según el ajuste 210 de velocidad. En algunas realizaciones, el sensor de temperatura interno puede detectar una temperatura del motor 30 y/o el accionamiento de velocidad variable del controlador 26 de bomba. Por ejemplo, el sensor de temperatura interno se puede incrustar dentro de un disipador de calor posicionado entre el controlador de bomba/accionamiento de velocidad variable y el motor 30.

Como se muestra en la figura 6B, el menú 154 puede incluir la categoría 176 de bloqueo de flujo para que la bomba 32 funcione con una característica de bloqueo de flujo. Generalmente, esta característica de bloqueo de flujo puede permitir que un usuario programe un caudal mínimo y máximo en el sistema 10 de bombeo que no se puede cambiar, "bloqueando así el flujo". En algunas realizaciones, esta característica puede estar activa cuando la bomba 32 y el motor 30 están siendo controlados en el modo de control de velocidad de acuerdo con los ajustes de velocidad descritos anteriormente (por ejemplo, el primer conjunto 160 de velocidades, el segundo conjunto 162 de velocidades, o las velocidades externamente programadas 164). Esto puede permitir que el controlador 26 de bomba tenga en cuenta el caudal y/o tasas de renovación de agua incluso cuando funciona para mantener las velocidades de bomba, como se describe más adelante. Además, la característica de bloqueo de flujo puede estar activa cuando la bomba 32 y el motor 30 están siendo controlados en el modo de control de flujo de acuerdo con uno de los ajustes de caudal descritos anteriormente.

En una realización, cuando se activa la característica de bloqueo de flujo, un instalador puede seguir una serie de preguntas para establecer los caudales mínimo y máximo. En otras palabras, el controlador 26 de bomba y el menú 154 pueden proporcionar puntos de control adicionales o métodos para asegurar que los caudales mínimo y máximo no se bloqueen accidentalmente. Además, en algunas realizaciones, una vez que los caudales mínimo y máximo están bloqueados, no pueden ser cambiados por otro instalador o usuario de piscina. Por ejemplo, como se muestra en el menú 154 de la figura 6B, la categoría 176 de bloqueo de flujo puede incluir un ajuste 212 de "flujo mínimo establecido", un ajuste 214 de "flujo máximo establecido", un ajuste 216 de "activación", un ajuste 218 de "flujo de bloqueo permanente", un ajuste aceptable 220 "de flujo mínimo/máximo", y un ajuste 222 de "habilitar/deshabilitar". Como resultado, un instalador debe primero establecer los caudales, activar los caudales, bloquear permanentemente los caudales, aceptar los caudales y habilitar los caudales para que los caudales mínimo y máximo se bloqueen. Esto puede impedir el bloqueo accidental de caudales, puesto que el controlador 26 de bomba no permite el restablecimiento de los caudales mínimo y máximo una vez que están bloqueados inicialmente. Una vez completada la serie de ajustes, los caudales mínimos y máximos establecidos pueden convertirse en parámetros permanentes del sistema 10 de bombeo. En algunas realizaciones, los caudales mínimo y máximo pueden estar en un intervalo de aproximadamente 4,54 m<sup>3</sup>/h (20 galones por minuto (GPM)) a aproximadamente 29,53 m<sup>3</sup>/h (130 GPM) o de aproximadamente 4,54 m<sup>3</sup>/h (20 GPM) a aproximadamente 31,8 m<sup>3</sup>/h (140 GPM).

Una vez que el controlador 26 de bomba recibe y establece los caudales mínimo y máximo, el controlador 26 de bomba puede deshabilitar el restablecimiento adicional de estos caudales, como se ha descrito anteriormente. Sin embargo, un usuario puede continuar introduciendo y reprogramando ajustes de velocidad o ajustes de caudal (por ejemplo, del primer conjunto de velocidades o caudales 188, el segundo conjunto de velocidades o caudales 190, o las velocidades o caudales externamente programados 192). El controlador 26 de bomba puede seguir funcionando como se ha descrito anteriormente (por ejemplo, seleccionar un caudal programado basándose en encendido manual o planificado, o seleccionar un caudal programado que requiera una velocidad de motor más alta si han de tener lugar varios encendidos planificados al mismo tiempo), pero sólo puede accionar la bomba 32 y/o el motor 30

siempre y cuando el caudal seleccionado esté entre los caudales mínimo y máximo. En otras palabras, al incorporar la característica de bloqueo de flujo, los usuarios pueden todavía tener la capacidad de cambiar las velocidades planificadas o manuales y/o los caudales para diferentes necesidades (por ejemplo, características de agua, chorros de spa, limpiadores, etc.) pero la característica de bloqueo de flujo puede impedir que el usuario programe un flujo que podría exceder un caudal "seguro" del sistema 10 de bombeo. Como resultado, la característica de bloqueo de flujo puede permitir que el controlador 26 de bomba controle la velocidad y/o el flujo de una bomba 32, pero impedir que la bomba 32 exceda los caudales máximo o mínimo establecidos.

Más específicamente, cuando está en el modo de control de flujo, la característica de bloqueo de flujo puede impedir la programación o ajuste de caudales del primer conjunto de caudales 188 y el segundo conjunto de caudales (por ejemplo, por un usuario a través de la interfaz 24 de usuario del controlador 24 de bomba) que están fuera de los caudales mínimos/máximos. Se puede permitir a un usuario programar caudales de los caudales externamente programados 192 (por ejemplo, a través del sistema 20 de control/automatización) que están fuera de los caudales mínimos/máximos. Sin embargo, la característica de bloqueo de flujo hace que el controlador 26 de bomba anule estos caudales para accionar la bomba 32 para alcanzar el caudal máximo (es decir, si el caudal externamente programado 192 está por encima del caudal máximo) o el caudal mínimo (es decir, si el caudal externamente programado 192 está por debajo del caudal mínimo). Por lo tanto, en algunas realizaciones, dentro de la relación maestro/esclavo entre el sistema 20 de control/automatización y el controlador 26 de bomba, el controlador 26 de bomba (específicamente, la característica de bloqueo de flujo) mantiene siempre el control sobre los caudales mínimo y máximo del sistema 10 de bombeo a pesar de ser el controlador esclavo.

Además, cuando está en el modo de control de velocidad, la característica de bloqueo de flujo puede permitir la programación o ajuste de velocidades del primer conjunto de velocidades 188 y el segundo conjunto de velocidades 190 (por ejemplo, por un usuario a través de la interfaz 24 de usuario del controlador de bomba 24), y de velocidades de las velocidades externamente programadas 192 (por ejemplo, a través del sistema 20 de control/automatización) que pueden conseguir caudales fuera de los caudales mínimo y máximo (es decir, por debajo y por encima de los caudales mínimo y máximo, respectivamente). Sin embargo, la característica de bloqueo de flujo hace que el controlador 26 de bomba altere estas velocidades para accionar la bomba 32 entre el caudal máximo y el caudal mínimo. En otras palabras, un usuario puede programar velocidades que harían que la bomba 32 funcione fuera del caudal mínimo o máximo, pero el controlador 26 de bomba no permite que la bomba funcione a las velocidades programadas, si este es el caso. Más bien, si la velocidad programada diera como resultado un caudal por debajo del caudal mínimo o por encima del caudal máximo, el controlador 26 de bomba ajusta la velocidad hasta que el caudal resultante esté en el caudal mínimo o en el caudal máximo, respectivamente.

Por ejemplo, un instalador habilita la característica de bloqueo de flujo y establece el caudal máximo en 18,17 m<sup>3</sup>/h (80 GPM). El controlador 26 de bomba puede entonces monitorizar continuamente un estado actual del sistema 10 de bombeo (en particular del filtro 14), para determinar una velocidad de motor de bomba necesaria para alcanzar el caudal máximo de 18,17 m<sup>3</sup>/h (80 GPM) y luego establecer esta velocidad de motor de bomba como un límite de velocidad superior. Por ejemplo, el controlador 26 de bomba puede determinar primero que, basándose en el estado actual del sistema 10 de bomba, es necesaria una velocidad de motor de bomba de 3000 RPM para conseguir el caudal máximo de 18,17 m<sup>3</sup>/h (80 GPM) (por ejemplo, utilizando los procedimientos de control de flujo descritos anteriormente), estableciendo así 3000 RPM como el punto establecido de velocidad superior. El controlador 26 de bomba es entonces programado por un usuario en un modo de control de velocidad para accionar el motor 30 de bomba a una velocidad de 3400 RPM. Debido a la característica de bloqueo de flujo, el controlador 26 de bomba no accionará el motor 30 de bomba a la velocidad de 3400 RPM, sino que sólo irá hasta el punto establecido de velocidad superior (es decir, 3000 RPM). Por lo tanto, el controlador 26 de bomba alterará la velocidad programada para mantener el caudal en el caudal máximo o por debajo de este. Más adelante, si el TDH en el sistema 10 de bombeo aumenta y el controlador 26 de bomba determina que el motor 30 de bomba requiere ahora una velocidad de 3150 RPM para generar un caudal de 18,17 m<sup>3</sup>/h (80 GPM) el controlador 26 de bomba establece el punto establecido de velocidad superior a 3150 RPM y aumenta la velocidad del motor a 3150 RPM. Por lo tanto, el controlador 26 de bomba monitoriza continua o periódicamente el sistema 10 de bombeo y, si una velocidad programada excediese el caudal máximo, el controlador 26 de bomba acciona el motor 30 a la velocidad más alta permitida por debajo de la velocidad programada que alcanza el caudal máximo (es decir, en el punto establecido de velocidad superior) de modo que el sistema 10 de bombeo no exceda el caudal máximo.

En otro ejemplo, un instalador habilita la característica de bloqueo de flujo y establece el caudal mínimo en 18,17 m<sup>3</sup>/h (80 GPM). El controlador 26 de bomba puede entonces monitorizar continuamente un estado actual del sistema 10 de bomba para determinar una velocidad de motor de bomba necesaria para alcanzar el caudal mínimo de 18,17 m<sup>3</sup>/h (80 GPM) y luego establecer esta velocidad de motor de bomba como un límite de velocidad inferior. Por ejemplo, el controlador 26 de bomba puede determinar primero que, basándose en el estado actual del sistema 10 de bomba, es necesaria una velocidad de motor de bomba de 3000 RPM para alcanzar el caudal mínimo de 18,17 m<sup>3</sup>/h (80 GPM), estableciendo así 3000 RPM como el punto establecido de velocidad inferior. El controlador 26 de bomba es entonces programado por un usuario en un modo de control de velocidad para accionar el motor 30 de bomba a una velocidad de 2900 RPM. Debido a la característica de bloqueo de flujo, el controlador 26 de bomba no accionará el motor 30 de bomba a la velocidad de 2900 RPM, sino que sólo bajará hasta el punto establecido de velocidad más baja (es decir, 3000 RPM). De este modo, el controlador 26 de bomba alterará la velocidad

programada para mantener el caudal en el caudal mínimo o por encima de este. Más adelante, si el TDH en el sistema 10 de bombeo aumenta y el controlador 26 de bomba determina que el motor 30 de bomba requiere ahora una velocidad de 3150 RPM para generar un caudal de 18,17 m<sup>3</sup>/h (80 GPM), el controlador 26 de bomba establece el punto establecido de velocidad inferior en 3150 RPM y aumenta la velocidad del motor a 3150 RPM. De este modo, el controlador 26 de bomba monitoriza continua o periódicamente el sistema 10 de bombeo y, si una velocidad programada excede (es decir, va por debajo) el caudal mínimo, el controlador 26 de bomba acciona el motor 30 a la velocidad más baja permitida por encima de la velocidad programada que alcanza el caudal mínimo (es decir, en el punto establecido de velocidad inferior) de modo que el sistema 10 de bombeo no caiga por debajo del caudal mínimo.

En otro ejemplo, un instalador habilita la característica de bloqueo de flujo y establece el caudal máximo a 18,17 m<sup>3</sup>/h (80 GPM) y el caudal mínimo a 9,08 m<sup>3</sup>/h (40 GPM). En este ejemplo, en el modo de control de flujo, a un usuario no se le permitiría programar un caudal en el menú 154 de controlador de bomba por encima de 18,17 m<sup>3</sup>/h (80 GPM) o por debajo de 9,08 m<sup>3</sup>/h (40 GPM). Si el controlador 26 de bomba está conectado al sistema 20 de control/automatización, el usuario puede programar, a través del sistema 20 de control/automatización, un caudal por encima de 18,17 m<sup>3</sup>/h (80 GPM) o por debajo de 9,08 m<sup>3</sup>/h (40 GPM). Sin embargo, el controlador 26 de bomba anularía el caudal programado para funcionar a 18,17 m<sup>3</sup>/h (80 GPM) (es decir, si el caudal programado estuviera por encima de 18,17 m<sup>3</sup>/h (80 GPM) o a 9,08 m<sup>3</sup>/h (40 GPM) (es decir, si el caudal programado fuera inferior a 9,08 m<sup>3</sup>/h (40 GPM)). En el modo de control de velocidad, se permitiría a un usuario programar velocidades superiores a las que crearían caudales por encima de 18,17 m<sup>3</sup>/h (80 GPM) o por debajo de 9,08 m<sup>3</sup>/h (40 GPM) bien a través del menú 154 de controlador de bomba o bien a través del sistema 20 de control/automatización, pero el controlador 26 de bomba alteraría la velocidad programada para mantener un caudal de 18,17 m<sup>3</sup>/h (80 GPM) (es decir, si la velocidad programada causase un caudal superior a 18,17 m<sup>3</sup>/h (80 GPM) o un caudal de 9,08 m<sup>3</sup>/h (40 GPM) (es decir, si la velocidad programada causase un caudal inferior a 9,08 m<sup>3</sup>/h (40 GPM)).

La figura 7 ilustra un ejemplo de la interfaz 24 de usuario durante un modo de control de flujo cuando se activa la característica de bloqueo de flujo. Como se ilustra en la figura 7, la pantalla 128 muestra la sección superior 150 que incluye una tecla "bloqueada por contraseña" (que indica que el acceso a la programación del controlador 26 de bomba está protegido por contraseña), indicaciones de que el sistema 10 de bombeo está habilitado con SVRS y características de bloqueo de flujo (FloLock), un tiempo actual y un caudal de corriente. La sección inferior 148 indica el consumo de potencia actual así como los caudales mínimo y máximo establecidos a través de la característica de bloqueo de flujo.

En consecuencia, con la característica de bloqueo de flujo habilitada/activada, el controlador 26 de bomba puede asegurar que el caudal para una renovación de agua deseada se cumpla a medida que cambian las condiciones en el sistema 10 de bombeo. Más específicamente, el controlador 26 de bomba puede detectar, monitorizar y mantener el caudal ajustando automáticamente la velocidad de la bomba 32 a medida que cambian estas condiciones (es decir, a medida que cambia el estado actual del sistema 10 de bombeo), teniendo también en cuenta los caudales máximo y mínimo establecidos. En otras palabras, el bloqueo de una velocidad o caudal máximo puede básicamente controlar la cantidad de agua que puede mover una bomba 32, pero el caudal puede ajustarse a medida que cambia el cabezal dinámico total (TDH) de un sistema 10 de bombeo. Una ventaja de la característica de bloqueo de flujo es que un instalador bloquea un caudal real y el controlador 26 de bomba puede monitorizar el sistema 10 de bombeo para cambios en TDH que afectan al caudal, se autoajustan para mantener un caudal especificado y aún mantienen el sistema 10 de bombeo dentro de los caudales máximo y mínimo establecidos.

Muchos departamentos de salud requieren que un caudal mínimo sea mantenido por un sistema de circulación (es decir, circuito de fluido) en piscinas comerciales para mantener una tasa de renovación de agua para claridad y saneamiento del agua. Esta característica de bloqueo de flujo de las realizaciones de la invención puede asegurar que tales requisitos se cumplan. Más específicamente, en algunas realizaciones, el caudal mínimo establecido por la característica de bloqueo de flujo puede asegurar a un departamento de salud que un municipio no ralentizará el flujo de la bomba 32 por debajo de las normas comerciales de renovación de agua (ya sea durante períodos de 24 horas o períodos de tiempo más cortos). Como resultado, la característica de bloqueo de flujo puede hacer que la tecnología de velocidad variable sea más fiable y aceptable para su uso en aplicaciones de piscinas comerciales. Además, el caudal máximo establecido por la característica de bloqueo de flujo puede impedir que la bomba 32 funcione a un caudal que podría exceder la especificación de caudal de los componentes del sistema de piscina, tal como una cubierta de desagüe. Por ejemplo, la característica de bloqueo de flujo puede disminuir la probabilidad de que se produzca un problema de atrapamiento estableciendo el caudal máximo como el caudal definido por los códigos locales y la cubierta de desagüe. Además, el caudal máximo establecido puede impedir que una tubería entre dos desagües supere una velocidad que permita que se cree un vacío de retención en un drenado cubierto. El ajuste del caudal máximo también puede asegurar que el caudal de la bomba 32 no exceda lo recomendado por los códigos de eficiencia energética.

Los expertos en la técnica apreciarán que, aunque la invención se ha descrito anteriormente en relación con realizaciones y ejemplos particulares, la invención no está necesariamente limitada de ese modo, y que gran número de diferentes realizaciones, ejemplos, usos, modificaciones y salidas de las realizaciones, ejemplos y usos están destinados a estar abarcados por la invención si se perciben bajo el alcance de las reivindicaciones adjuntas al

presente documento. Diversas características y ventajas de la invención se exponen en las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un sistema (10) de bombeo para al menos una aplicación acuática, comprendiendo el sistema de bombeo:
- 5 una bomba (32),  
un motor (30) acoplado a la bomba (32), y  
un controlador (26) de bomba en comunicación con el motor (30);
- 10 incluyendo el controlador (26) de bomba una interfaz (24) de usuario configurada para, inicialmente, recibir y establecer un caudal bloqueado máximo, un caudal bloqueado mínimo y una pluralidad de ajustes de caudal programados que incluyen un primer ajuste de caudal programado,
- 15 configurado el controlador (26) de bomba para deshabilitar el restablecimiento del caudal máximo y el caudal mínimo una vez que son inicialmente recibidos y establecidos a través de la interfaz (24) de usuario,
- 20 configurado el controlador (26) de bomba para permitir el restablecimiento de la pluralidad de ajustes de caudal programados durante el funcionamiento del sistema (10) de bombeo,
- configurado el controlador (26) de bomba para accionar el motor (30) con el fin de mantener un primer caudal a través del sistema (10) de bombeo establecido por el primer ajuste de caudal programado siempre y cuando el primer caudal esté entre el caudal bloqueado mínimo y el caudal bloqueado máximo.
- 25 2.- El sistema (10) de bombeo de la reivindicación 1, en el que al menos uno de la pluralidad de ajustes de caudal programados está programado en un modo planificado e incluye un caudal establecido, un tiempo de inicio planificado y un tiempo de parada planificado.
- 30 3.- El sistema (10) de bombeo de la reivindicación 1, en el que al menos uno de la pluralidad de ajustes de caudal programados está programado en un modo manual e incluye un caudal establecido.
- 4.- El sistema (10) de bombeo de la reivindicación 1, en el que al menos uno de la pluralidad de ajustes de caudal programados está programado en un modo de cuenta atrás e incluye un caudal de ajuste y una duración de tiempo.
- 35 5.- El sistema (10) de bombeo de la reivindicación 1, en el que la pluralidad de ajustes de caudal programados incluye un segundo ajuste de caudal programado y la interfaz (24) de usuario está configurada para recibir una selección del segundo ajuste de caudal programado y el controlador (26) está configurado para accionar el motor (30) para mantener un segundo caudal a través del sistema (10) de bombeo establecido por el segundo ajuste de caudal mientras el segundo caudal esté entre el caudal bloqueado mínimo y el caudal bloqueado máximo.
- 40 6.- El sistema (10) de bombeo de la reivindicación 1, en el que el flujo mínima bloqueado se establece para mantener un número deseado de renovaciones de agua a través del sistema (10) de bombeo dentro de un periodo de tiempo.
- 45 7.- El sistema (10) de bombeo de la reivindicación 1, en el que el caudal bloqueado máximo se establece basándose en una de las especificaciones de caudal de al menos un componente del sistema de bombeo y códigos de eficiencia energética.
- 50 8.- El sistema (10) de bombeo de la reivindicación 1, en el que el motor (30) es un motor de velocidad variable.
- 9.- El sistema (10) de bombeo de la reivindicación 1, en el que la interfaz (24) de usuario incluye una pantalla (128) que muestra el primer caudal, el caudal bloqueado máximo y el caudal bloqueado mínimo.
- 55 10.- El sistema (10) de bombeo de la reivindicación 1, en el que la interfaz (24) de usuario está configurada para recibir inicialmente y establecer la pluralidad de ajustes de caudal programados, el caudal bloqueado máximo y el caudal bloqueado mínimo a través de informaciones recibidas por al menos un botón (122) de navegación en la interfaz de usuario.
- 60 11.- El sistema (10) de bombeo de la reivindicación 10, en el que el controlador (26) de bomba está configurado para inhibir el restablecimiento de la pluralidad de ajustes de caudal programados incluyendo uno de caudales por encima del ajuste de caudal máximo y caudales por debajo del ajuste de caudal mínimo.
- 65 12.- El sistema (10) de bombeo de la reivindicación 10, en el que la interfaz (24) de usuario incluye una pantalla que muestra un menú (154) de parámetros configurables incluyendo la pluralidad de ajustes de caudal programados, el caudal bloqueado máximo y el caudal bloqueado mínimo a un usuario, en el que el controlador se configura para desplazarse visualmente por el menú (154) basándose en las informaciones recibidas por al menos dicho botón

(122) de navegación.

5 13.- El sistema (10) de bombeo de la reivindicación 1, y que comprende además un sistema (20) de automatización en comunicación con el controlador (26) de bomba, el sistema (20) de automatización configurado para recibir y establecer la pluralidad de ajustes de caudal programados incluyendo un tercer ajuste de caudal programado.

10 14.- El sistema (10) de bombeo de la reivindicación 13, en el que si un tercer caudal establecido por el tercer ajuste de caudal programado está por encima del caudal máximo, el controlador (26) de bomba está configurado para accionar el motor (30) con el fin de mantener el caudal máximo a través del sistema (10) de bombeo y el tercer caudal está por debajo del caudal mínimo, el controlador (26) de bomba está configurado para accionar el motor con el fin de mantener el caudal mínimo a través del sistema (10) de bombeo.

15 15.- El sistema (10) de bombeo de la reivindicación 1, en el que cada uno de la pluralidad de ajustes de caudal programados incluye una planificación de caudal que establece un caudal en una hora de inicio planificada y un tiempo de parada planificado, en el que si más de una planificación de caudal se superpone, el controlador (26) de bomba selecciona la planificación de caudal que incluye un caudal más alto y está configurado para accionar el motor (30) de acuerdo con la planificación de caudal seleccionada siempre y cuando el caudal más alto esté entre el caudal bloqueado mínimo y el caudal bloqueado máximo.

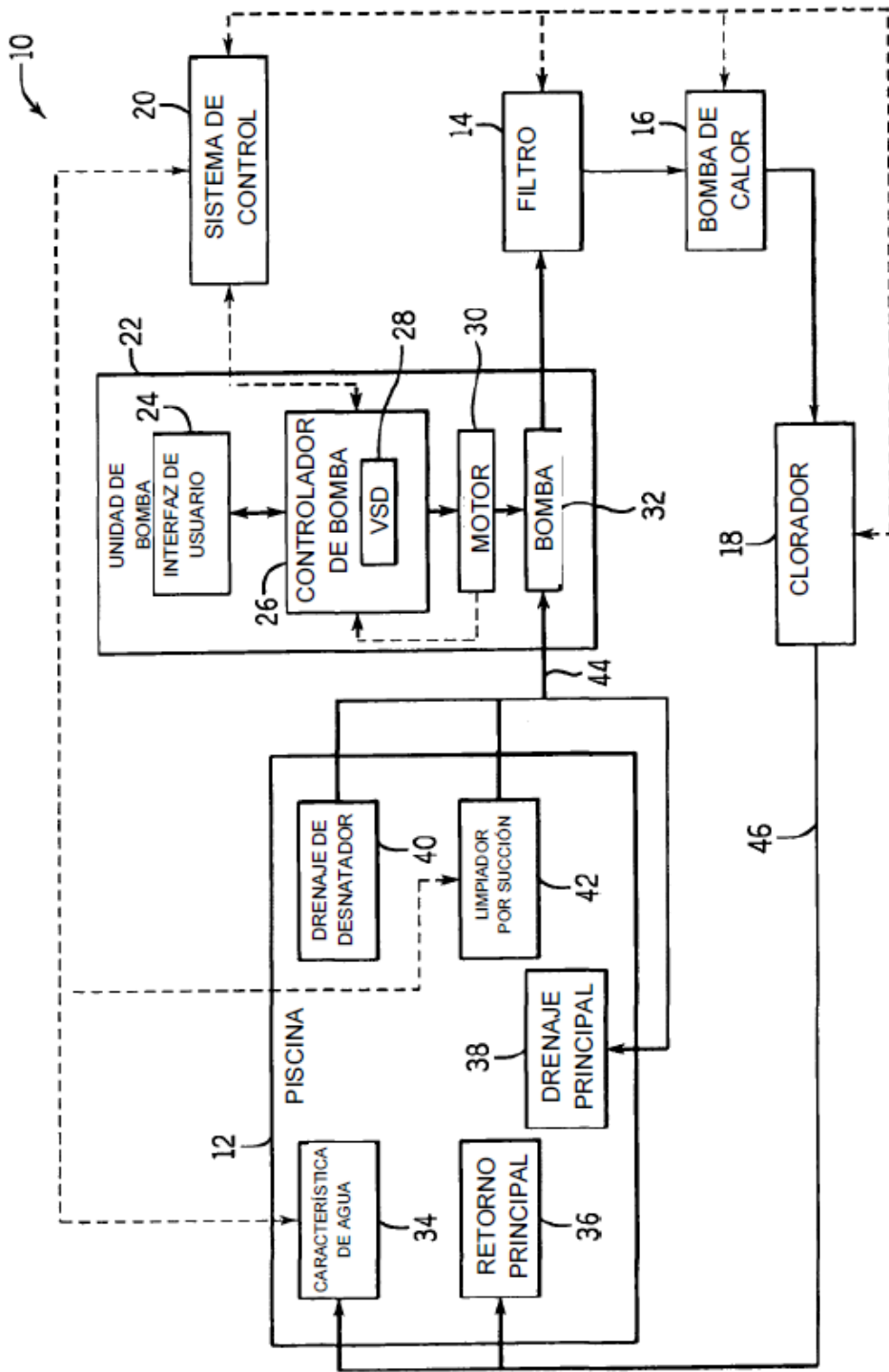


FIG. 1



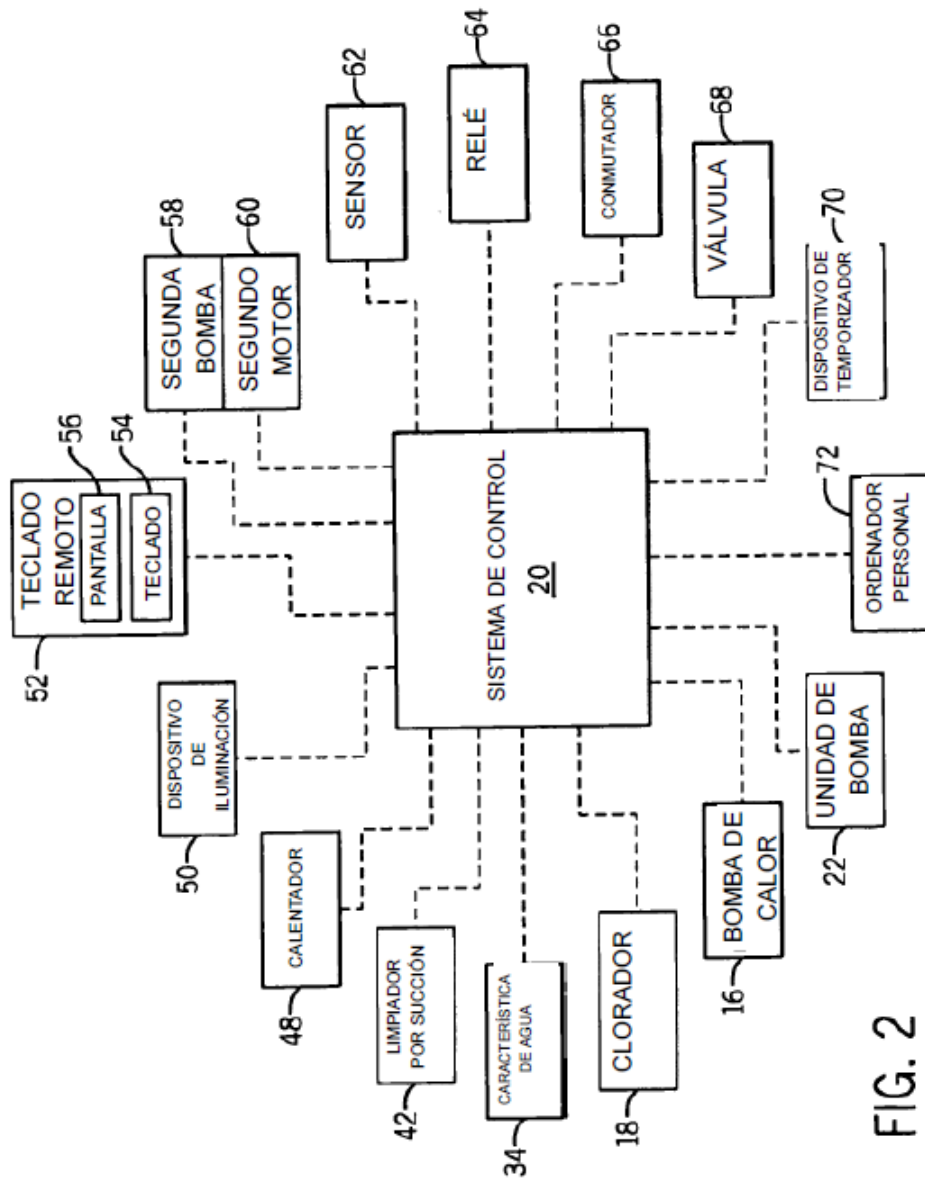


FIG. 2

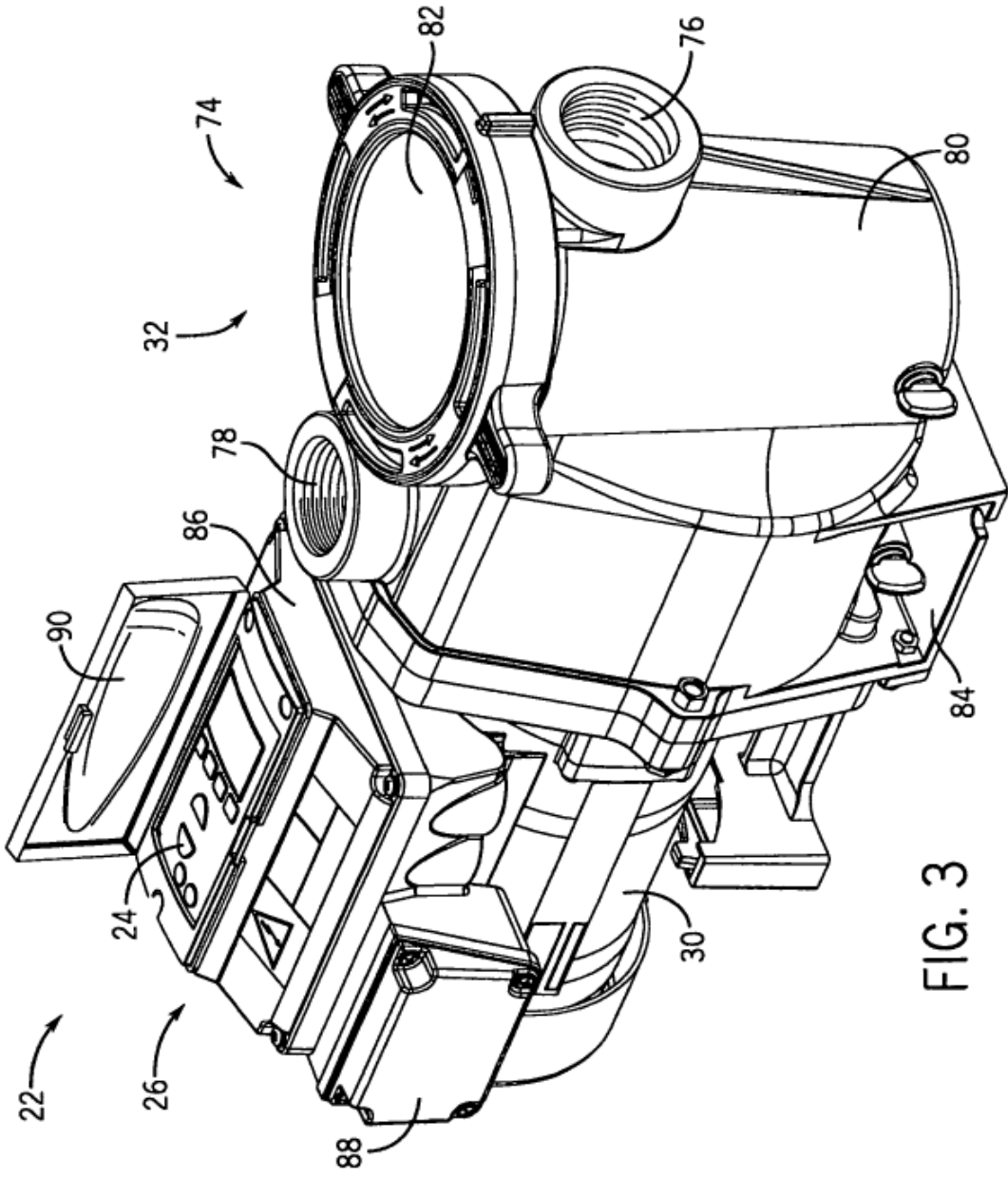


FIG. 3

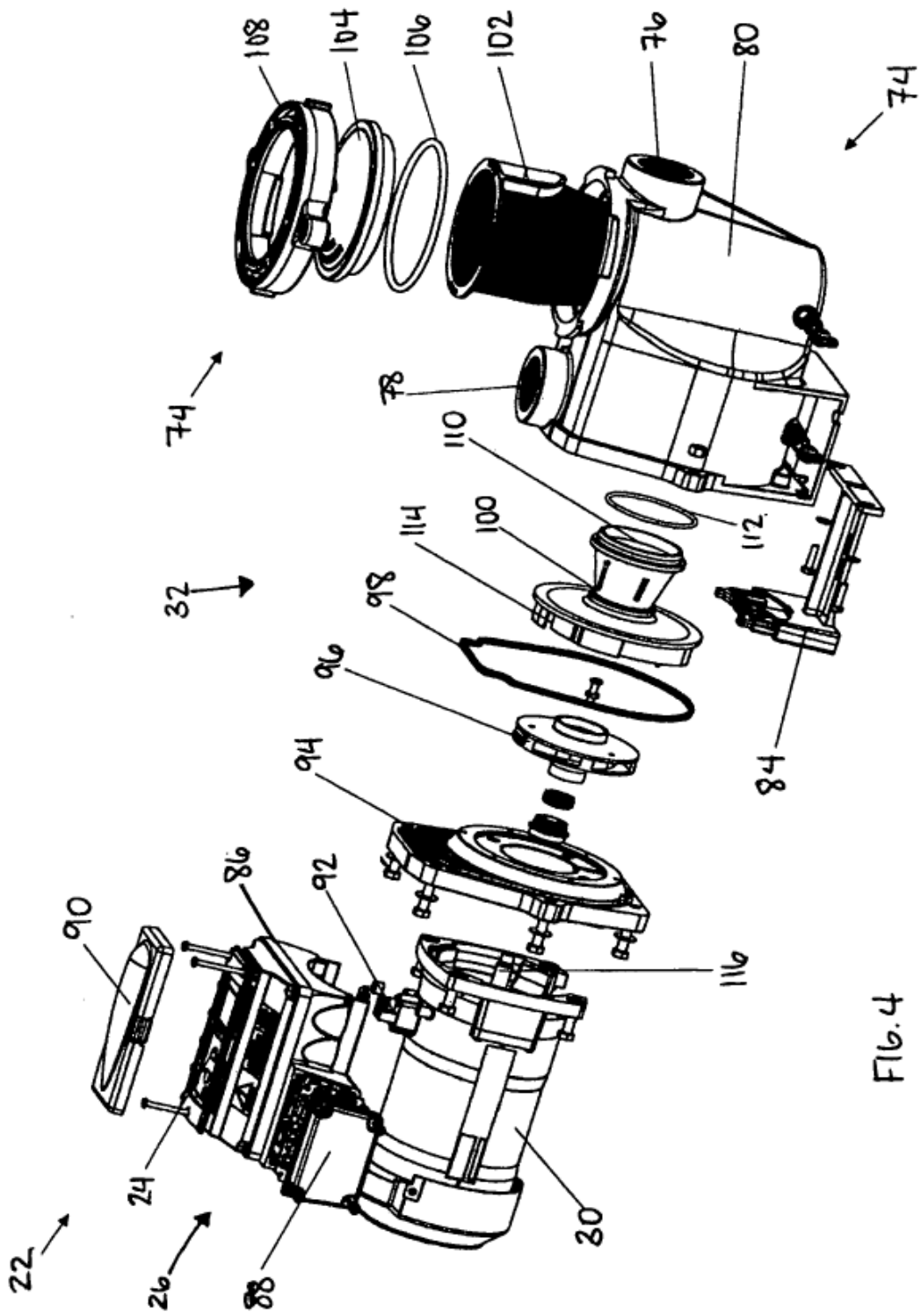


FIG. 4

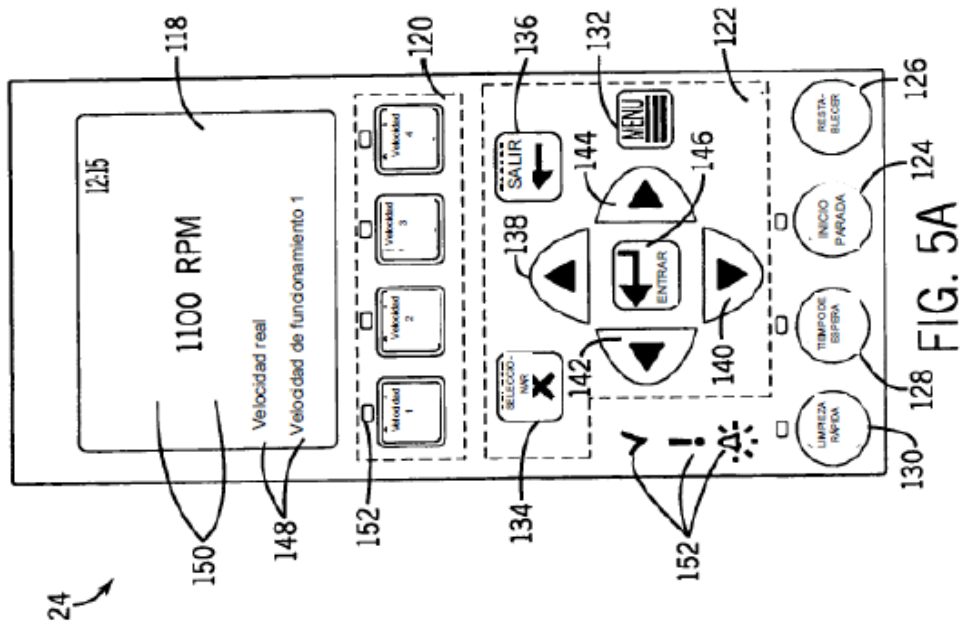
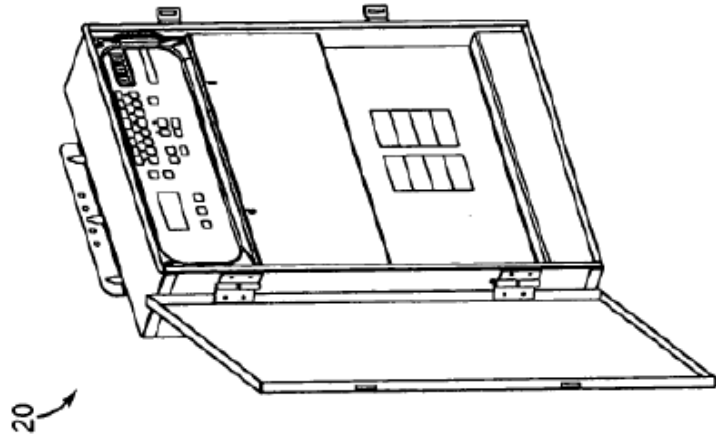
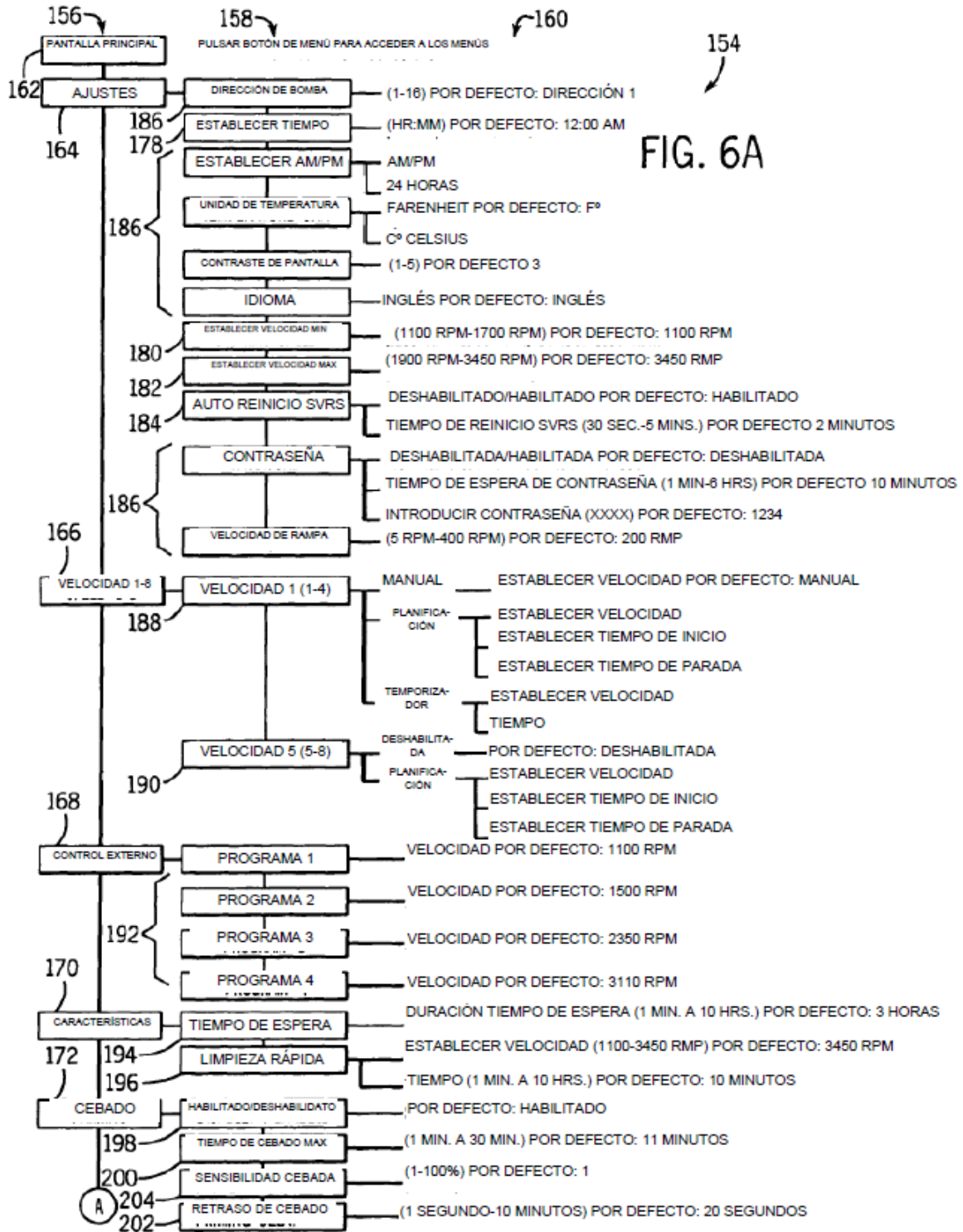


FIG. 5B





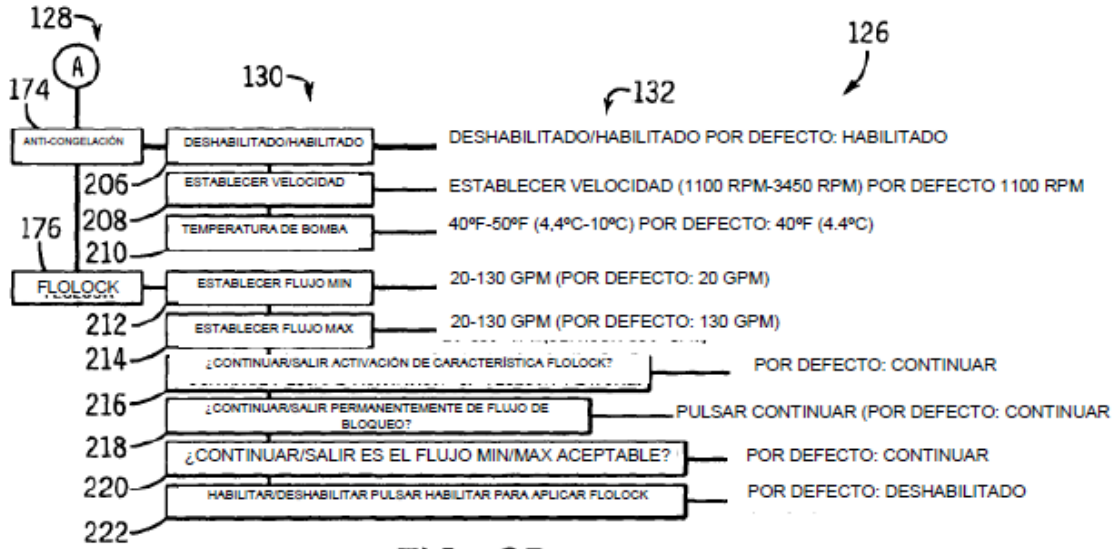


FIG. 6B

